植物病理學會刊 12:181-190, 2003

鶯歌桃果實疫病

安寶貞[1,4] 蔡志濃[1] 王姻婷[1] 石信德[1] 黃振文[2] 劉瑞芬[3]

1 台中縣 行政院農業委員會農業試驗所 植物病理系
2 台中市 國立中興大學植物病理系
3 台北市 國立台灣大學植物病理暨微生物系
4 聯絡作者：電子郵件 pjann@wufeng.tari.gov.tw，傳真：+886-4-23338162
接受日期：民國92 年6 月28 日

摘　要

安寶貞、蔡志濃、王姻婷、石信德、黃振文、劉瑞芬. 2003. 鶯歌桃果實疫病. 植病會刊12:181-190.

一九九九年六月至七月間台中石岡一鶯歌桃果園的果實採收後，於儲運期間發生嚴重腐敗現象。罹病果實初現淡褐色水浸狀圓形斑點，病斑面積迅速擴大轉為暗褐色，並長出白色密緻的黴狀物。經組織分離，共獲得兩種疫病菌，分別為 *Phytophthora meadii* 與 *P. citrophthora*，將兩種疫病菌的游走子接種於鶯歌桃果實，2–3 天後均會造成果實腐敗，病徵與儲運期間發生者一致，證明此種桃果實腐敗係由疫病菌引起。此外，自罹病果園與鄰近椪柑園內的落果、根系與土壤中，均可以分離到 *P. citrophthora*。由於農民於果實採收後曾以水清洗所有果實，而果實於 2–3 天內嚴重發病，因此推測桃果實發病原因，為少數罹病果實上的胞囊於清洗過程中釋放大量游走子成為二次感染源，再侵染其他健康果實所致。採收時如將病果剔除，並在清洗水中加入 10 ppm 次氯酸鈉，可有效防治該病害。兩種疫病菌有部份特性相似，包括菌絲生長溫度為 8–32℃，最適溫為 20–28℃；胞囊具顯著乳突及脫落性，胞囊柄長中等，平均約為9–11 μm，均不形成厚膜胞子。兩者的相異處為 *P. meadii* 的胞囊較長，長寬比值平均約為1.5–1.6，而 *P. citrophthora* 者較短，約為 1.3；其中 *P. meadii* 均為 A^2 配對型，本身會形成卵胞子 (self-oospores)；而 *P. citrophthora* 為 A^1 配對型，但本身不會形成卵胞子。當兩者直接配對時亦無卵胞子產生。此外，兩菌的菌絲蛋白質電泳圖譜相近，僅有些微差異。在台灣，疫病菌危害鶯歌桃果實為首度報導，而 *P. meadii* 危害桃樹為世界首度發現。

關鍵詞：桃、果實疫病、*Phytophthora meadii*、*P. citrophthora*

緒　言

桃 (*Prunus persica* (L.) Batsch.) 屬溫帶果樹，原產中國，在台灣栽培已有百餘年歷史，品種有脆桃 (硬肉桃) 與水蜜桃兩大類 (5)，目前栽培面積約有 2800 公頃，主要分布於台中、桃園、南投、新竹、苗栗一帶。桃樹的病害種類甚多，根據 1990 年台灣植物病害名彙 (7) 與相關報告記錄 (3,4) 共有24 種，其中 9 種病害較為重要，經常出現於田間，包括穿孔病、流膠病、縮葉病、銹病、白粉病、果實黑星病、褐腐病、白紋羽病、褐根病等，但尚無桃樹罹患疫病之記載。然而 1999 年 6–7 月間台中石岡地區採收之鶯歌桃發生嚴重腐敗情形，並遭賣場退貨，後來農民將罹病桃果實送至農試所與中興大學檢查，發現所有病果罹病組織均可檢出疫病菌胞囊 (sporangia)，推測可能被疫病菌感染所致，因此進行病因探討試驗，並向該農民詳細詢問採後處理與發病情形，發現其曾以蓄水池的水清洗所有採收後的桃果實。本文報告鶯歌桃果實腐敗之病因、診斷鑑定結果及其簡易防治法。

材料與方法

病菌之分離與保存

將罹病鶯歌桃果實採回，先將病組織洗淨、瀝乾水分。將病斑與健區間之果皮組織切成 7×7×2 mm^3 小塊，經0.5% NaClO 溶液表面消毒 30 sec，以舒潔紙巾吸乾，移置於含有 20 ml 的 2%WA (water agar，水瓊脂) 或 5%CV-8A+AMP (26) 半選擇性培養基之培養皿 (直徑 9 cm) 內，置於 24℃ 下，以分離可疑病原菌。半選擇性培養基的製作為先配製 5%CV-8A (5% Clarified V-8 juice agar，即將 5%V-8 vegetable juice (Campbell Co.) 與 0.2% $CaCO_3$ 混合後，經 1500 rpm 低速離心 5 min，取上層液，再加入

2% Bacto agar (Difco Co.) 於滅菌後加入 ampicillin 100 ppm, PCNB (Penta-chloronitrobenzene) 10 ppm 及 mycostatin 50 ppm。經 12 hr 後，即可見菌絲陸續自病組織長出。切取前端菌絲，移植於新配製之 5%V-8A (5%V-8 vegetable juice agar, 將 5%V-8 vegetable juice 與 0.02% $CaCO_3$ 混合後，加入 2% Bacto agar) 上。分離出之疫病菌經單游走子分離後 (表一)，再移植於 5%V-8A 上，在 24℃ 下無光照培養 3–5 天，切取前端菌絲塊 (10×5×5 mm^3)，保存於含無菌水之試管中 [14]，供下列各項試驗。

罹病園與附近柑橘園內疫病菌之分離

將罹病園與鄰近椪柑園內土壤、根系、落果採回，進行疫病菌分離。利用誘釣法分離根與土壤中之疫病菌 [13]，方法為將根系洗淨，取約 10–20 g 放置於一玻璃廣口瓶 (15×10×10 cm^3) 內，土壤則為每瓶 50 g，加入蒸餾水至掩蓋根系約 1–2 cm，水面上懸浮柳橙葉片塊 (0.7×0.7 cm^2)，每瓶 10 塊。誘釣瓶置於通風處，約 2–3 天後在顯微鏡下檢視腐敗葉片，將誘釣到疫病菌之腐敗葉片經表面消毒後，直接放置於半選擇性培養基上。落果之病菌分離方法則與上述果實病菌之分離法相同。分離之疫病菌 (表一) 亦經單游走子分離後，培養於5%V-8A 後，保存於無菌水中。

供試疫病菌菌株

供試菌株之資料列於表二，包括自鶯歌桃果實分離之 6 支菌株 (PMP1-1~4 及 PCP1-1~2) 與及自鄰近椪柑園落果分離之 2 支菌株 (PCC19-1~2)。其他菌株包括自宜蘭金柑與桶柑分離得到之 *Phytophthora citrophthora* (Smith & Smith) Leonian 3 菌株 (PCC15, PCC17 及 PCC18)，及分別自彰化田尾虎斑粗肋草 [9] 及陽明山竹子湖白色海芋 [27] 分離得到之 *P. meadii* McRae 菌株PMD1 與PML1。

疫病菌之產胞

胞囊之產生：將供試之桃菌株先在5%V-8A 上於 24℃ 下培養 3 天，再移至光照定溫箱內 (2000-3000 Lux, 24℃)

表一、自台中石岡鶯歌桃罹病果園及附近果園分離疫病菌之情形

Table 1. Isolation of *Phytophthora* species from the diseased peach orchard and the adjacent fields at Shigang, Taichung

Orchid and host	Infection or isolation sites	*Phytophthora* species	No. of isolates obtained	Mating type [1]	Collection date
The diseased peach orchard	Fruit	*P. meadii*	5	A2	Jun. 1999
	Fruit	*P. citrophthora*	3	A1	Jun. 1999
	Dropped fruit	*P. citrophthora*	2	A1	Jul. 1999
	Dropped fruit	*P. citrophthora*	8	A1	May 2003
	Dropped fruit	*P. meadii*	3	A2	May 2003
	Dropped fruit	*P. parasitica*	1	A1	May 2003
	Root & soil	*P. citrophthora*	2	A1	Jul. 1999
An adjacent citrus (Ponkan) orchard	Soil	*P. citrophthora*	2	A1	Jul. 1999
	Dropped fruit	*P. citrophthora*	2	A1	Jul. 1999
An adjacent peach orchard	Dropped fruit	*P. heveae*	1	H	Jul. 1999

[1] H:homothallic

表二、本試驗中用於接種試驗與電泳試驗的疫病菌菌株

Table 2. List of isolates of *Phytophthora* species used in pathogenicity test and/or electrophoresis study

Species of *Phytophthora*	Host	Isolate number and mating type
P. meadii	*Prunus persica* (peach 鶯歌桃), fruit	PMP1-1~5, A2
P. meadii	*Aglaonema nitidum* (虎斑粗肋草), leaf	PMD1, A2
P. meadii	*Zantedeschia aethiopica* (White arum lily 白色海芋), leaf	PML1, A2
P. citrophthora	*Prunus persica* (peach), fruit	PCP1-1~3, A1
P. citrophthora	*Fortunella japonica* (Kumquat 金柑), stem	PCC15, A1
P. citrophthora	Citrus (Tankan 桶柑), fruit	PCC18, A1
P. citrophthora	Citrus (Ponkan 椪柑), dropped fruit	PCC19-1, A1
P. citrophthora	*Averrhoa carambola* (carambora 楊桃, root	PCAv3, A1
P. citrophthora	Rhododendron (azalea西洋杜鵑), stem	PCR3-1, A1
P. citrophthora	*Annona squamosa* (sugar apple 番荔枝), fruit	PCAn1, A1

1–4 天，每日鏡檢有無胞囊 (sporangia) 長出，以明瞭桃菌株在固態培養基上是否會產生胞囊；或等菌株生長 4–6 天時，將先端的菌絲切成 5×3×2 mm^3 小塊，移植於含有 20 ml 無菌水的玻璃培養皿 (Pyrex Co.) 中，再經光照處理。接種實驗時，則依 Hwang 等 [20] 研發的方法，讓供試菌株產生大量胞囊。胞囊長出後，在顯微鏡下觀察與測量其大小，每菌株測量 100 個胞囊。

游走子釋放 (胞囊間接發芽)：產生胞囊的菌絲培養皿，每皿加入 20 ml 無菌水，於 15℃ 下靜置 30 min，大部分成熟之胞囊均會間接發芽，即釋放游走子 (zoospores)。將游走子懸浮液濃度調節成每毫升含 10^{4-5} 游走子，供接種試驗用。

配對型的測定與卵孢子的產生

配對型 (mating type) 測定：供試菌株先在新鮮 5%V-8A 上培養 3–5 天，將先端的菌絲部份切成 2×2×2 mm^3 小塊，移入含有 10 ml 新配製 10%V-8A 之培養皿 (6 cm diam., Pyrex Co.) 的中央，每皿放置單一菌株之菌絲塊 3–4 塊，在 24℃ 無光照培養 6–10 天。爾後，在顯微鏡下鏡檢有無卵胞子 (oospores) 產生，以判斷供試菌株是否屬同絲型 (homothallism)。再依 Ann & Ko [12] 開發的方法將供試菌株與標準菌株 (*Phytophthora parasitica* Dastur 之 P991 (A^1) 與 P731 (A^2)) 對峙培養，測定供試菌株的配對型。可與 A^1 配對產生卵胞子者爲 A^2 型；可與 A^2 配對形成卵胞子者爲 A^1 型。

卵孢子產生：利用 Ko 氏發展之夾膜 (Nuclepore membrane) 方法，測定供試菌株是否會產生之卵胞子及所屬 Sexuality type [24,25]。

菌絲生長與溫度之關係

配製 5%CV-8A 平板，每培養皿 (9 cm diam.) 中含有 20 ml。供試菌株先在 5%V-8A 培養 3–5 天，將先端的菌絲部份切成 2×2×2 mm^3 小塊，移入含 5%CV-8A 培養皿的一端 (約距邊緣 1 cm) 上。溫度分成 8, 12, 16, 20, 24, 28, 29, 30, 31, 32, 33℃ 等 11 處理，自第二天開始每日測量菌絲的直線生長速率，至菌絲長滿培養皿或第十天爲止。每處理兩皿，試驗重複一次。

疫病菌之鑑定

形態、生理特性比較：測定供試菌株之菌落形態、產生胞囊與卵孢子之條件、胞囊與卵孢子之形態與大小、是否會形成厚膜孢子 (chlamydospores)、菌絲生長所需的溫度條件及菌絲蛋白質電泳圖譜 (protein electrophoreic patterns)。再依疫病菌之分類文獻 [30,31,32]，予以鑑定之。

菌落形態觀察：將供試菌株於室溫 (25–28℃) 下培養於含有 5%CV-8A 與 PDA (馬鈴薯葡萄糖瓊脂，每公升培養基中含有 200 g 煮沸過切碎未去皮馬鈴薯塊莖的濾液、20 g 葡萄糖、2% Bacto agar) 的培養皿 (9 cm diam.) 中培養 4–6 天。其餘有關胞囊、卵胞子形態與菌絲生長等生理特性之測量方法如上述。

菌絲之蛋白質電泳分析：配製新鮮 5%V-8 蔬菜汁 (V-8 vegetable jzuice, 0.2% $CaCO_3$)，每 250 ml 三角瓶中加入 50 ml。每一三角瓶中接種 5 塊供試菌株的新鮮菌絲塊 (5×5×3 mm^3)，每供試菌株 2 瓶，放置於 24℃ 下培養 5–7 天。將接種菌塊挑出，經 0.05 M 之磷酸緩衝液 (phosphate buffer, pH 7) 漂洗三次，再經濾紙 (filter paper, Bateman No.1) 濾乾水份, 放置於 -20℃ 下過夜。經冷凍處理之菌絲，在含有海砂 (sea sand, Sigma Co.) 及少量磷酸緩衝液之研缽中磨碎，再經離心力 27,000 g 於低溫 (0–4℃) 下離心 30 min，離心後之澄清上層液 (clear supernatant) 冷凍儲藏於 -20℃ 下，供膠體電泳試驗 (gel electrophoresis) 用。依 Davis [16] 之原理加以改良，進行菌絲抽出液中蛋白質在 SDS-polyacrylamide gel 上電泳分離，以比較桃菌株與其他寄主分離的 *P. meadii* 與 *P. citrophthora* 菌株 (表二) 蛋白質圖譜之異同。

病原性測定

接種源與供試植物：配製供試菌株之游走子懸浮液，調節成每毫升含 10^{4-5} 游走子。供試接種植物包括自市場購買之鶯歌桃、水蜜桃及進口白甜桃 (nectarine, *P. persica* var. *nucipersica*) 果實，及培養一年之柳橙實生幼苗。

接種方法與病害調查：(1). 桃果實之接種：分爲三種接種方式，(a) 游走子懸浮液接種：將桃果實洗淨瀝乾後，浸於懸浮液中 1 min。(b) 傷痍接種：將昆蟲用針 (3 號) 10 支綁成一束，在果實表面輕刺一下，再將 1 ml 游走子懸浮液滴於消毒棉上，覆於果實表面之針刺處。(c) 以罹病組織接種：傷痍接種之果實發病後 (約 4–5 天)，以滅菌小刀將病組織切成 1×1×5 mm^3 大小，再將病組織塊覆於健康桃果實表面，接種後之果實放置於保鮮盒 (20×15×10 cm^3) 內，置於 25℃ 溫度下，每 2 天調查果實發病情形一次，至 8 天爲止。每處理接種 10 粒果實，實驗重複一次。對照處理接種蒸餾水。果實發病後並將發病的組織切下，以 0.5% NaClO 溶液表面消毒後放置於半選擇性培養基上分離病原菌，以確定桃果實發病是否爲接種菌株所引起。(2). 柑橘之接種：(a) 根系接種：將酸橘 (sunki) 幼苗自土壤中挖出，輕輕洗掉土壤後，浸於含游走子懸浮液之 500 ml 燒杯中 10 小時，再種回滅菌土壤 (經 80℃ 火燒乾熱滅菌器滅菌)，經過 10 天後再將植物自土壤中取出，洗淨後將根切成 1.5 cm 長小段，放置於改良式 Massago 選擇性培養基上 [21] (該培養基之配製法爲：5%CV-8A 於滅菌後加入 500 ppm Ampicillin, 10 ppm rifampicin, 10 ppm bavestin-combi (methyl-benzimidazole carbamate (MBC) + zinc

activated polyethylenethiuram disulfide (metiram)), 25 ppm mycostatin, 25 ppm PCNB, 25 ppm HMI (3-Hydroxy-5-methylisoxazole, 即 tachigarin)，7 天後計算罹病根段率 (%)。(b) 新梢接種：將滅菌過之消毒棉纏繞金柑幼苗之新芽上，再將游走子懸浮液一滴加於新梢上，接種後之幼苗置於陰暗處，其新梢並罩以塑膠袋保溼 2 天。逐日觀察新梢發病情形，至 10 天為止。

次氯酸鈉抑制桃果實疫病菌之效果

以蒸餾水配置 10, 100, 1000 及 10000 ppm 之次氯酸鈉溶液，同時配製游走子及胞囊懸浮液。將等量 (V/V) 之游走子懸浮液與次氯酸鈉溶液混合，在顯微鏡下觀察游走子的反應。同時將等量的胞囊懸浮液與次氯酸鈉溶液混合 10 分鐘後，再將胞囊懸浮液塗抹在半選擇性培養基上，觀察其發芽能力。

結　果

罹病果實病徵與可疑病菌的分離、接種

罹病果實初現淡褐色水浸狀圓形斑點，病斑面積迅速擴大並轉為暗褐色，約 3–5 天後褐色病斑可以佈滿大半個果實 (圖一、二)，而患部組織在初期並無明顯軟化，與健部之間亦無明顯界限。在潮溼的環境下，病斑上長出白色密緻的黴狀物，在顯微鏡下可以檢出疫病菌的菌絲與胞囊。組織分離之結果顯示，每一罹病樣本均可以分離出疫病菌，共得 8 株疫病菌 (表一)。將分離到的每一疫病菌的游走子懸浮液 (約含 10^4 zoospores) 接種於鶯歌桃果實後，約 2 天後開始出現病斑，與田間及儲運期間發生之病徵完全相同。將病斑切下消毒後，可以分離獲得相同的接種病菌，而對照處理於試驗期間並無腐敗情形發生，證實鶯歌桃果實腐敗係因罹患疫病所致。

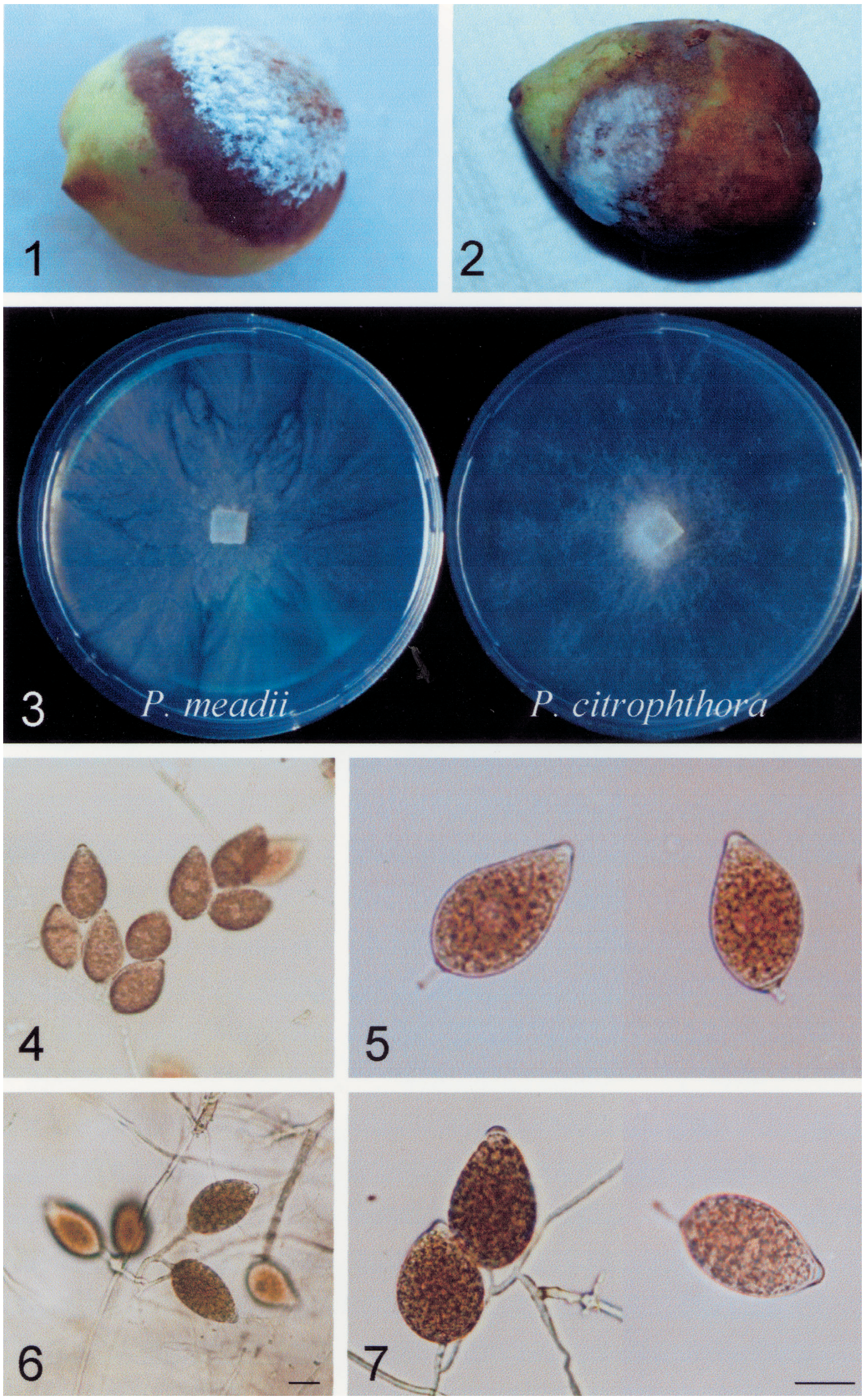
引起鶯歌桃果實腐敗之 *Phytophthora* 鑑定

依其形態與生理特性的差異，可將鶯歌桃分離之 8 株疫病菌區別成兩類，其中 5 個菌株屬一類，於室溫下 (25–28℃) 在 5%CV-8A 上生長形成之菌落略成不規則之放射狀，氣生菌絲稀少(圖三)；但在PDA 上無顯著花紋。該類菌在 5%V-8A 上會形成少數胞囊。將菌絲塊切下放入無菌水中光照時，或以礦物鹽液漂洗處理後 [18]，會形成大量胞囊。胞囊梗為假軸式 (sympodium)，每一胞囊梗 (sporangiophore) 上可著生 3–15 胞囊 (圖四)。胞囊呈長橢圓形、橄欖形、或檸檬形，具顯著半球型乳突 (papilla)，偶爾有的胞囊有兩個乳突。胞囊脫落性，脫落率約 30–50%，脫落的胞囊具長短不同的胞囊柄 (pedicel) (圖五)。供試菌株的胞囊大小平均為 55.9–59.7×35.7–37.8 μm，胞囊長寬比平均為 1.56–1.58，而胞囊柄長平均為 15.0–19.4 μm (表三)。該類菌株不會產生厚膜胞子，菌絲可在 8–32℃ 生長，最適生長溫度為 20–28℃ (圖八)。該類菌株在單獨培養時不形成卵胞子，但與 *P. parasitica* A^1 菌株 P991 對峙培養後會產生卵胞子，因此均為 A^2 配對型。當利用夾膜法 [24]，將菌株與 A^1 配對型之標準菌株對峙培養後，測試菌株均會自己產生卵胞子 (selfing oospores)。因此供試菌株屬 sexuality type S1 (可刺激 A^1 菌株，及被 A^1 菌株刺激以形成卵胞子) [25]。該類菌株的藏卵器 (oogonia) 表面平滑，卵胞子為非充實性，藏精器 (antheridia) 單室底著，菌株的卵球 (oogonia) 、卵胞子及藏精器大小平均，分別為 24.3–25.0 μm， 19.4–21.0 μm 及 10.4–11.5×14.0–14.1 μm (表三)。經比對分類文獻 [30,31,32]，顯示此類疫病菌應為 *Phytophthora meadii* McRae。

另外 3 個菌株則屬另外一類，他們於室溫下 (25–28℃) 在 5%CV-8A 上生長之菌落略成放射狀，氣生菌絲稀少 (圖三)；但在 PDA 上形成如大理花瓣狀花紋。菌絲可在 8–32℃ 生長，最適生長溫度亦為 20–28℃，但生長速率較 *P. meadii* 菌株略微為緩慢 (圖八)。該菌在 5%V-8A 上亦會形成胞囊。將菌絲塊切下放入無菌水中光照，或以礦物鹽液漂洗處理後 [20]，則可形成大量胞囊。胞囊梗的形成為單假軸 (simple sympodium) 方式，每一胞囊梗上可著生 3–10 胞囊 (圖六)。胞囊檸檬形、洋梨形、橢圓形等，具顯著半球型乳突，偶爾亦有胞囊具兩個乳突。胞囊脫落性，脫落率約 20–30%，脫落的胞囊具中等長度的胞囊柄 (圖七)。供試菌株的胞囊大小平均為46.3–47.5×34.6–35.9 μm，胞囊長寬比平均為 1.32–1.34，胞囊柄長短平均為 16.4–17.9 μm (表三)。該類菌株亦不會形成厚膜胞子。該類菌株在單獨培養時不形成卵胞子，但與 *P. parasitica* A^2 菌株 P731 對峙培養後會產生卵胞子，因此均為 A^1 配對型。當利用夾膜法 [24] 與 A^2 標準菌株對峙培養後，測試菌株不會單獨產生卵胞子，但可刺激 A^2 菌株刺激以形成卵胞子，因此供試菌株屬sexuality type S3 [25]。比對分類文獻 [30,31,32]，此疫病菌應屬 *Phytophthora citrophthora* (Smith & Smith) Leonian。

由於自田間分離的兩種疫病菌其一為 A^1 配對型 (*P. citrophthora*)，另一為 A^2 配對型 (*P. meadii*)，因此將兩種菌進行直接配對，結果六組試驗均無卵胞子形成。

自鶯歌桃果實上分離的 *P. meadii* 與 *P. citrophthora* 的菌絲水溶性蛋白質電泳圖譜非常相似 (圖九)，僅在 85-95KD 附近的數條沈降圖帶有較明顯的差異。然而自鶯歌桃、粗肋草及白色海芋等不同寄主分離的 *P. meadii* 菌株的蛋白質電泳圖則完全一致；自鶯歌桃、椪柑、桶柑、金柑、楊桃、釋迦、西洋杜鵑上分離的 *P. citrophthora* 菌株的電泳圖帶亦完全相同。



圖一～七、*Phytophthora meadii* (圖一) 及 *P. citrophthora* (圖二) 引起之鶯歌桃果實腐敗病徵略有不同，在高溼情形下，前者在果實上長出濃密之菌絲，而後者之菌絲較稀疏與平滑；鶯歌桃疫病菌 *P. meadii* 與 *P. citrophthora* 在5%V-8A 生長六天的菌落型態 (圖三)；兩菌之胞囊形態 (圖四, 五, 六, 七)。(線長＝20 μm)

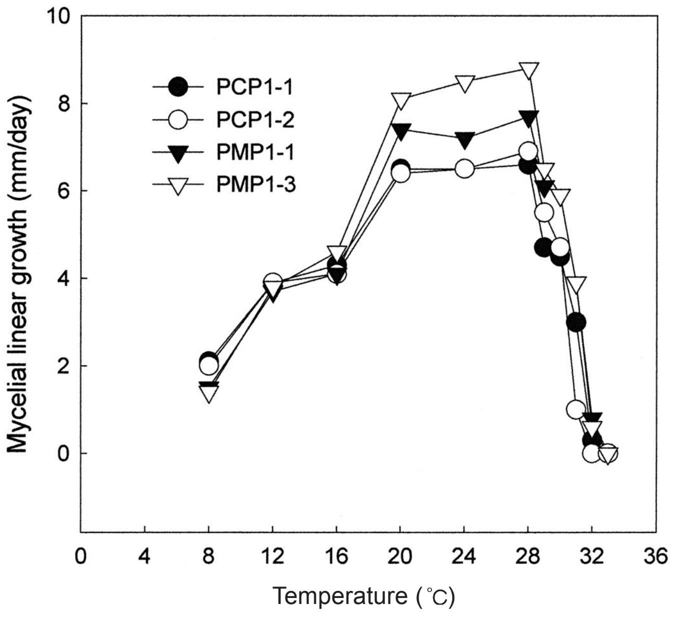
Figs. 1-7. Disease symptoms of peach fruit naturally infected with *Phytophthora meadii* (Fig. 1), which produced thicker white mold under moist condition, and *P. citrophthora* (Fig. 2), which formed thinner white mycelial mold; *P. meadii* and *P. citrophthora* from peach fruit grown on 5%CV-8A for 6 days under room temperature (Fig. 3); Sporangia of *P. meadii* (Fig. 4-5) and *P. citrophthora* (Fig.6-7). (Bar=20 μm)

表三、自鶯歌桃分離之兩種疫病菌(*Phytophthora meadii* 與 *P. citrophthora*) 菌株之胞囊與有性器官大小之比較

Table 3. comparisons of size of sporangia and sex organs between isolates of *Phytophthora meadii* and *P. citrophthora* isolated from the diseased peach orchard and an adjacent orchard

Phytophthora species and isolate	Host	Sporangia Length×width (μm)	Sporangia Length/width	Pedicel (μm)	Diameter (μm) of Oogonia	Diameter (μm) of Oospores	Antheridia (μm) (Length×width)
P. meadii							
PMP1-1, A2	Peach	37.5-75×27.5-50 (55.9×35.7)[1]	1.2-2.0 (1.56)	0.5-20 (10.0)	20-30 (24.3)	15-22.5 (19.4)	7.5-15×10-17.5 (10.4×14.1)
PMP1-2, A2	Peach	32.5-80×25-50 (59.7×37.8)	1.1-2.2 (1.58)	1.0-20 (9.4)	20-30 (25)	17.5-25 (21)	7.5-15×10-15 (11.5×14)
P. citrophthora							
PCP1-1, A1	Peach	30-65×25-45 (46.3×34.6)	0.8-1.67 (1.34)	0.5-25 0.5-25	–[2]	–	–
PCP1-2, A1	Peach	22.5-70×17.5-50 (47.5×35.9)	1.1-1.63 (1.32)	0.5-20 (12.1)	–	–	–
PCC19, A1	Ponkan	30-72.5×25-40 (48.9×33.4)	1.13-1.93 (1.36)	2.5-20 (10.6)	–	–	–

1. Data in parenthesis refer to average value.
2. Sex organs were not formed



圖八、鶯歌桃疫病菌 *Phytophthora meadii* (PMP) 與 *P. citrophthora* (PCP) 在5%CV-8 瓊脂上於不同溫度下的每日生長速率。

Fig. 8. Daily growth rate of peach isolates of *Phytophthora meadii* (PMP) and *P. citrophthora* (PCP) on 5%CV-8 agar at different temperatures.

罹病鶯歌桃果園與附近果園疫病菌之分離

罹病果園之鶯歌桃樹與椪柑樹比鄰種植，1999年7月調查時發現果園內十分潮溼，自罹病桃園與椪柑園採集之根圈表土經以誘釣法均可誘釣到*P. citrophthora* 菌(表一)。同時發現掉落地面之桃果實與椪柑生理落果 (直徑約1.5–2.5 cm) 腐敗並長出白色霉狀物，經顯微鏡鏡檢與分離結果，均可發現疫病菌*P. citrophthora*(表一)；而2003年5月再前往相同果園採集地面桃落果，經分離可得*P. citrophthora*, *P. meadii* 及*P. parasitica* 等三種疫病菌。此外，在附近鶯歌桃果園內收集到10餘粒鶯歌桃之成熟落果，其中有一個腐敗果實上分離到*P. heveae* Thompson菌。

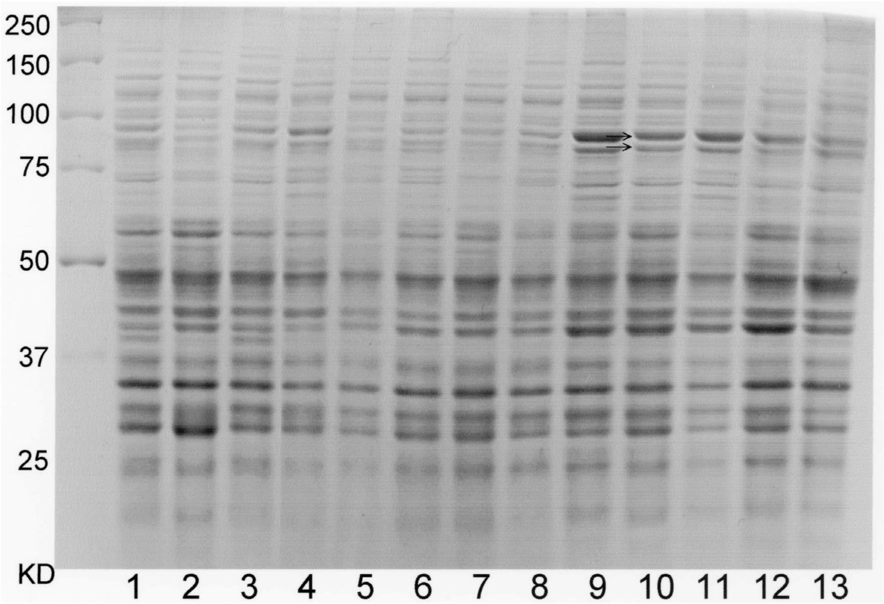
鶯歌桃疫病菌之病原性測定

人工接種實驗之結果顯示，自鶯歌桃上分離之 *P. meadii* 與*P. citrophthora* 菌株除可危害鶯歌桃果實外，亦可感染水蜜桃與美國進口之白甜桃 (表四)，而且游走子與罹病組織靠接侵染桃果實時，均不需要傷口。兩種疫病菌引起的果實病徵可以區別，*P. meadii* 在病果上長出白色菌絲較濃密，而*P. citrophthora* 接種後長出之菌絲較平整，因此推測圖一果實係感染*P. meadii*，而圖二果實被*P. citrophthora* 危害。此外，兩菌的游走子均可侵染酸橘實生苗的根系，造成細根腐敗(表四)，亦可感染金柑幼苗的新梢。

實驗同時發現，將鶯歌桃園附近之柑橘園內分離的 *P. citrophthora* 菌株PCC19-1 接種桃果實後，亦可引起桃果實腐敗(表四)，病徵相同。而自宜蘭金柑上分離的 *P. citriophthora* 菌株 PCC15-1 對桃果實亦具有相同的病原性。

次氯酸鈉溶液防治鶯歌桃疫病菌之效果

實驗結果顯示，5 ppm 的NaClO 即可將桃果實疫病菌 *P. citrophthora* 的游走子殺死，當游走子懸浮液與等體積的10 ppm 次氯酸鈉溶液接觸時，所有的游走子會於2.5 min 內靜止 (cyst)，而於5 min 內爆裂 (burst)；而50 ppm 的次氯酸鈉溶液則可殺死所有的胞囊，使其無法發芽。



圖九、自鶯歌桃果及其他寄主分離的疫病菌之菌絲水溶性蛋白質電泳(SDS-PAGE) 圖譜比較。條帶1-8 爲 *Phytophthora citrophthora*，分別分離自番荔枝、西洋杜鵑、楊桃、金柑、桶柑、椪柑、桃1 及桃2；條帶9-13 爲 *P. meadii*，分別分離自桃1,2,3、白色海芋及粗勒草。

Fig. 9. Comparisons of the water-soluble mycelial protein patterns of different *Phytophthora* isolates *via* SDS-PAGE electrophoresis. Line No. 1-8 are isolates of *P. citrophthora*: PCAn1 from *Annona squamosa*, PCR3-1 from azalea, PCAv3 from *Averrhoa carambola*, PCC15 from *Fortunella japonica*, PCC18 from Tankan, PCC19-1 from Ponkan, and PCP1-1 and PCP1-2 from *Prunus persica*; Line No. 9-13 are isolates of *P. meadii*: PMP1~3 from *Prunus persica*, PML from *Zantedeschia aethiopica*, and PMD1 from *Aglaonema nitidum*.

表四、桃疫病菌及相關疫病菌之病原性測定

Table 4. Pathogenicity of the *Phytophthora* isolates from peach fruit and some isolates of the related *Phytophthora* species

Isolate	*Phytophthora* sp.	Origin	Infection areas (%) [1]			Citrus root inoculation [2] (infected/ tested)
			Prunus persica (鶯歌桃)	*P. persica* (熱帶水蜜桃)	*P. persica* var. *mucipersica* (進口白甜桃)	
PMP1-1	*P. meadii*	Peach fruit	100	100	100	5/32
PCP1-1	*P. citrophthora*	Peach fruit	95	90	90	7/32
PCC15-1	*P. citrophthora*	Kumquat	100	95	85	8/32
PCC19-1	*P. citrophthora*	Dropped ponkan fruit	90	85	95	ND

1. Peach fruits were dipped in zoospore suspension (10^4 zoospores/ml) for 10 min and kept in moist containers at room temperature, infected areas (diseased areas/total) were counted 4 days after inoculation.
2. Root of 6-month-old citrus (sunki) seedlings was dipped in zoospore suspension over night and replanted in pot for 7 days, infection was showed as number of infected root fragments/tested root fragments. ND=not tested.

討　論

依據國外記錄，世界上共有10 種疫病菌 (*P. cactorum* (L & C.) Schroeter, *P. cambivora* (P.) Busisman, *P. cinnamomi* Rands, *P. citricola* Sawada, *P. citrophthora*, *P. cryptogea* Peth. & Laff., *P. drechsleri* Tucker, *P. megaspera* Drechsler, *P. parasitica*, 及*P. syringae* (K.) Klebahn) 可危害桃樹[18,22,28,33]，其中9 種疫病菌(*P. parasitica* 除外) 引起桃樹根腐病(root rot)、冠腐病(crown rot)、枝條潰瘍(stem canker) 及植株萎凋(wilt)，嚴重時可以造成果樹死亡，尤其是幼苗大量枯萎，爲桃樹最嚴重的土壤傳播性病害，且分佈遍及世界各桃樹主要產區，包括歐美、紐澳等地。而印度則報告 *P. parasitica* [29] 會引起桃果實疫病(fruit rot)。依據記載，在台灣引起成熟桃果實腐敗的病原菌主要有2種，包括由 *Monilinia fructicola* (Wint.) Honey 引起之桃褐腐病(peach fruit brown rot) [3] 及 *Rhizopus* 屬引起之黑黴病

表五、次氯酸鈉溶液對桃疫病菌 (*Phytophthora meadii*) 胞囊與游走子之抑制能力

Table 5. Inhibition of zoospores and sporangial germination of *Phytophthora meadii* by NaClO solution

Concentration of NaClO (ppm)	Zoospore reaction [1] Cyst (sec)	Zoospore reaction [1] Burst (mim)	Germination of sporangia (%) [2]
0	N [3]	N	100
5	150	5	80
50	75	2	0
500	57	1.8	0
5000	30	0.8	0

1. 5 ml of zoospore suspension and 5 ml of NaClO were mixed in a small Pyrex petri dish, and data were the time required for 100% of zoospores cyst or burst.
2. Sporangia were mixed with NaClO solution for different periods of time, and then were plated on V-8 agar for 24 hr before counting.
3. N = all zoospores remained swimming after one hour at 24℃.

(peach Rhizopus rot) [4]。在此之前，台灣並無疫病菌危害桃樹之記載，此次石岡地區發現的桃果實病害，病徵與上述兩種病害病並不相同，實驗中並無分離到該兩種病原菌，而是發現有兩種疫病菌可能與桃果實腐敗有關，包括 *P. meadii* 及 *P. citrophthora*，其中 *P. citrophthora* 在國外有危害桃樹根部的記錄，但 *P. meadii* 則爲世界首次記錄。經過接種實驗與儲運期間病徵之比對、與農民訪談、及田間其他實驗數據之佐證，確定該兩種疫病菌爲造成此次鶯歌桃果實大量腐敗的原因。

然而，爲何會發生整園桃果實在儲運期間罹患疫病而嚴重腐敗的事件，綜合本試驗結果可以說明如下：(1). 該果園原爲椪柑果園，農民於廢耕後改種鶯歌桃，但仍與椪柑果園相鄰，而病原菌之一之 *P. citrophthora* 本來即爲台灣中部與北部地區柑橘園內誘發柑橘疫病 (包括裾腐病與流膠病 (Phytophthora foot rot and gummosis)、根腐病 (Phytophthora root rot)、果實褐腐病 (fruit brown rot)、及芽葉疫病 (Phytophthora leaf and bud blight)) 之主要疫病菌 [1,8]，該菌亦是造成近年來宜蘭金柑 (kumquat) 立枯病的主要原因之一 [2]。而田間調查亦發現，相鄰椪柑園之地面腐敗落果上可檢視出疫病菌胞囊，顯示該果園內原本即存有疫病菌。而組織分離與土壤誘釣之結果更證實椪柑落果上、桃樹園與柑橘園之土壤中均存有 *P. citrophthora* 與 *P. meadii* 病菌。因此推測 6–7 月雨季時，土壤與根系中之疫病菌會產生胞囊，成爲初次感染源，藉雨水侵染靠近地面之桃果實。(2). 農民採收果實後，曾進行清洗作業，但並無先將初發病果實或落果剔除，之後又將果實堆積在倉庫中過夜，在送至集貨場的第二天 (清洗後第三天) 即有 80% 的果實出現多寡不勻的水浸狀斑點，而遭退貨。因此吾人推測，清洗果實可能爲造成二次大感染之原因，由於病果上病菌會產生大量的胞囊，而胞囊遇水後即會釋放游走子，分散懸浮於清洗水中，成爲二次感染源，侵染健康桃子。而且清洗後的桃果實堆積在一起，高溼環境更適合病勢之進展。而人工接種實驗亦顯示，桃果實浸過游走子懸浮液後，出現病斑的時間亦爲 36–72 小時，剛好與桃子在採收清洗後至出現病斑被退貨的時間相吻合。因此乃根據推測結果，擬定出簡單之防治法，建議農民採收果實時，剔除落果與病果；並在清洗水中加入 10 ppm 之次氯酸納以預防桃果實疫病之發生。

引起此次桃果實疫病之病原菌之一的 *P. citrophthora* 在世界上爲非常重要的病原菌，依據 Erwin & Ribeiro (1995) [17] 之報告，其寄主範圍包括 53 屬 83 種植物。該菌在台灣之寄主範圍亦十分廣泛，包括 12 屬作物，其中最重要的寄主爲芸香科柑橘類，包括柑橘屬 [1,8,19] 與金柑屬 [2]；其他的寄主包括草莓 [23]、番荔枝果實 [6]、楊桃果實 (未發表)、火鶴花 [10]、黃金葛 [11]、仙客來 [10]、日日春 [10,19]、馬拉巴栗幼苗 [11] 及比利時進口之西洋杜鵑 (未發表)。而另一病原菌 *P. meadii* 在世界上的寄主記錄約有 9 屬 [17]，其中以橡膠樹 (*Hevea brasiliensis*) 爲最重要，該菌主要分布於東南亞與橡膠產地。在台灣，最早於 1990 年發現該菌危害粗肋草葉片 [9]，而後於 1996 年發現其危害陽明山竹子湖之白色海芋 [27]，並可能與海芋大量死亡有關，本次則爲第三次在台灣分離到該菌。

比較該兩種疫病菌的形態與生理特性，顯示兩者有諸多相似之處，兩菌均屬 Waterhouse 分類系統中之 group II [31] (包括 Stamp 等人之分類系統) [30]，兩者的胞囊均具有半球形的乳突(papilla)，兩者如果形成卵胞子，均爲藏精器底著。此外，兩者之相似點尚包括 (1). 胞囊脫落性與胞囊柄長度：胞囊具脫落性，且胞囊柄平均長度約爲 9–11 μm；(2). 不會形成厚膜胞子；(3). 菌絲生長時對溫度的需求與反應相似，兩者之最低、最適及最高生長溫度分別爲 < 8℃、20–28℃ 及 32℃ 等，惟 *P. meadii* 在最適生長溫度時較 *P. citrophthora* 生長爲快。兩者的主要差別則爲：(1). 胞囊長寬比值 (L/B)：*P. meadii* 的胞囊較 *P. citrophthora* 爲長，因此前者之胞囊長寬比值較大，超過 1.4，爲 1.56–1.58；而後者僅 1.32–1.34。(2). 有性世代的形成與sexuality type：桃果實分離之 *P. citrophthora* 菌株均爲 A^1 配對型，可以刺激 *P. parasitica* A^2 產生卵胞子，但無法被刺激行有性生殖，屬於 Ko's hypothesis [25] 中的 sexuality type S^3，此與從前在台灣地區發現的 *P. citrophthroa* 菌株的特性一致；而桃 *P. meadii* 菌株則均爲 A^2 配對型，但是它能刺激且同時能被 *P. parasiticac* A^1 刺激產生卵胞子，屬於 sexual type 4 [25]，亦與以往台灣的 *P. meadii* 菌株配對特性一致。由於分離的兩種疫病菌分屬不同之配對型，但是兩者對峙培養時卻沒有卵胞子產生，顯示兩菌在遺傳上可能有相當之差異。此外，兩者之菌落形態亦略有差異，而接種結果亦顯示，*P. meadii* 感染桃果實後長出之菌絲較濃密，*P. citrophthroa* 者較稀疏，因此可以由桃子發霉的情形推測出由何種菌引起。

比較兩種菌間之菌絲可溶性蛋白質圖譜，顯示兩者間之相似度亦甚高，僅在分子量85–95KD處的條帶有所差異。近年來，許多分類學家利用分子生物技術來從事與輔助疫病菌之分類研究，探討其在分子層次之差異，尤其因核糖體去氧核糖核酸 (rDNA) 內轉錄區間 (internal transcribed spacer, ITS) 的基因序列因具有相當程度之保守性，亦經常用來作爲疫病菌分類之佐證，而 Cooke 等人 [15] 之分析結果顯示疫病菌種間(interspecies) 的相似度相當高。此外，據劉瑞芬等 (未發表) 之核酸定序與序列並列分析結果顯示，自台灣白色海芋分離之*P. meadii* 菌株與自台灣楊桃、金柑、番荔枝分離之5個*P. citrophthora* 菌株的ITS1 序列相同度 (identity) 爲97.9–100% (GAP/GCG)，ITS2 序列相同度也高達98.6–99.5%，而與自 GeneBank 所收集之 7 株 *P. citrophthora* 資料比對之結果，亦顯示 *P. meadii* 與國外*P. citrophthora* 菌株之ITS1 與ITS2 序列相同度分別爲 97.9–99.5% 與97.1–99.8%。然因國外目前尚無 *P. meadii* 的ITS1 與ITS2 資料發表，無從比較，但由以上結果顯示，*P. citrophthora* 與 *P. meadii* 兩者在演化上有非常相近的類緣關係。

在此試驗中，同時自一鄰近桃樹園之落果上分離到 *P. heveae*，爲吾人第七次在台灣分離到該菌，其餘六次分別分離自柑橘根系與土壤 (二次)、檳榔土壤、鳳梨土壤、龍眼根系、及原始林土壤 [19] (部份未發表)，分布地區則北至新竹南達嘉義。雖然該菌在國外爲橡膠樹 (rubber tree) 之重要病原 [17]，然而在台灣並無栽植橡膠樹，且該菌在台灣亦未引起任何重要病害，爲何分佈如此廣泛，且在無寄主狀態下生存良好，十分特異。

誌　謝

本文承蒙柯文雄教授修正英文及王馨媛小姐協助電泳試驗，謹此誌謝！

引用文獻

1. 安寶貞. 1989. 台灣柑桔之疫病. 台灣省農業試驗所特刊 27:212-221。
2. 安寶貞、吳雅芳、林慶元. 1997. 宜蘭地區金柑急速萎凋死亡病因之探討與病害防治. 植病會刊6(4):198 (摘要)。
3. 柯勇、孫守恭、潘瓊美、吳雯雅. 1999. *Monilinia fructicola* 引起之桃褐腐病及其生理特性. 植保會刊 41:43-57。
4. 孫守恭. 2001. 台灣果樹病害. 第三版. 世維出版社，台中. 429 pp。
5. 溫英杰. 1995. 落葉果樹－桃. P163-168. 臺灣農家要覽 (第三版) 作物篇(二). 豐年社出版. 台北。
6. 黃德昌、呂麗華、李惠鈴. 1991. *Phytophthora citrophthora* 及*P. nicotianae*引起番荔枝果實疫病. 植保會刊33:103-112。
7. 蔡雲鵬. 1991. 台灣植物病害名彙 (三版). 植物保護學會＆植物病理學會出版. 臺灣台中. 604 頁。
8. Ann, P. J. 1984. Species, mating types and pathogenicity of *Phytophthora* distributed in citrus orchards in Taiwan. Trans. Br. Mycol. Soc. 82:631-634.
9. Ann, P. J. 1992. Phytophthora diseases of ornamental plants in Araceae in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 1:79-89.
10. Ann, P. J. 2000. New disease records of flowering potted plants caused by *Phytophthora* species in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 9:1-10.
11. Ann, P. J. 2000. *Phytophthora* diseases of some ornamental foliage plants as new records in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 9:47-52.
12. Ann, P. J., and Ko, W. H. 1988. Hormonal heterothallism in *Phytophthora parasitica*: a novel mode of sexual reproduction? J. Gen. Microbiol. 134:2985-299.
13. Ann, P. J. and Ko, W. H. 1994. An asexual variant of *Phytophthora insolita*. Can. J. Microbiol. 40:810-815.
14. Boesewinkel, H. J. 1976. Storage of fungal cultures in water. Trans. Br. Mycol. Soc. 66:183-185.
15. Cooke, D. E. L., Drenth, A., Duncan, J. M., Wagels, G., and Brasier, C. M. 2000. A Molecular Phylogeny of *Phytophthora* and Related Oomycetes. Fungal Gen. Biol. 30:17-32.
16. Davis, G. J. 1964. Disc electrophoresis. II Method and application to human serum proteins. Ann. N. Y. Acad. Sci. 121:404-407.
17. Erwin, D., and Ribeiro, O. 1996. *Phytophthora* Diseases Worldwide. APS press. Minnesota. 562 pp.
18. Haygood, R. A., Graves, C. H., and Ridings, W. H. 1986. Phytophthora root rot and stem canker of peach trees in Mississippi. Plant Dis 70:866-868.
19. Ho, H. H., Ann, P. J., and Chang, H. S.1995. The Genus *Phytophthora* in Taiwan. Acad. Sin. Mon. Ser. 15. Taipei, Taiwan, ROC. 86 pp.
20. Hwang, S. C., Ko, W. H., and Aragaki, M. 1976. A simplified method for sporangial production by *Phytophthora cinnamomi*. Mycologia 68:1233-1234.
21. Massago, H., Yoshikawa, M., and Fukada, M. 1977. Selective inhibition of *Pythium* spp. on a medium for direct isolation of *Phytophthora* spp. from soils and plants. Phytopathology 67:425-428.
22. Mircetich, S. M., and Keil, H. L. 1970. Phytophthora *cinnamomi* root rot and stem canker of peach trees. Phytopathology 66:549-558.
23. Kao, C. W., and Leu, L. S. 1979. Strawberry fruit rot caused by *Phytophthora cactorum* and *P. citrophthora*. Plant Prot. Bull. 21:239-243.
24. Ko, W. H. 1978. Heterothallic *Phytophthora*: evidence for hormonal regulation of sexual reproduction. J. Gen.

Microbiol. 107:15-18.
25. Ko, W. H. 1980. Hormonal regulation of sexual reproduction in *Phytophthora*. J. Gen. Microbiol. 116:459-461.
26. Ko, W. H., Chang, H. S., and Su, H. J. 1976. Isolates of *Phytophthora cinnamomi* from Taiwan as evidence for an Asian origin of the species. Trans. Br. Myicol. Soc. 72:353-358.
27. Liou, R. F., Lee, J. T., and Ann, P. J. 1999. First report of Phytophthora blight of white arum lily caused by *Phytophthora meadii*. Plant Pathol. Bull. 8:37-39.
28. Ogawa, J. M., Zehr, E. I., Bird, G. W., Ritchie, D. F., Uriu, K., and Uyemoto, J. K. 1995. Compendium of Stone Fruit Diseases. APS press, MN. 98 pp.
29. Padwick, G. W. 1938. India:New plant diseases recorded in 1937. Int. Bull. Plant Prot. 12:122-123.
30. Stamp, D. J., Waterhouse, G. M., Newhook, F. J., and Hall, G. S. 1990. Revised Tabular Key to the Species of *Phytophthora*. Mycol. Pap. 162, Comm. Mycol. Ins. Kew Surrey, England.
31. Waterhouse, G. M. 1963. Key to the species of Phytophthora de Bary. Mycol. Pap. 92, CMI, Kew Surrey, England.
32. Waterhouse, G. M. 1970. The genus *Phytophthora* de Bary- diagnoses (or descriptions) and figures from the original papers. Mycol. Pap. 122. CMI, Kew Surrey, England.
33. Wilcox, W. F., and Ellis, M. A. 1989. Phytophthora root and crown rots of peach trees in the eastern Great Lakes region. Plant Dis. 73:794-798.

ABSTRACT

Ann, P. J.[1,4], Tsai. J. N.[1], Wang, I. T.[1], Shi, S. D.[1], Hwang, J. W.[2] and Liou, R. F.[3] 2003. Phytophthora fruit rot of peach in Taiwan. Plant Pathol. Bull. 12:181-190. ([1.] Department of Plant Pathology, Taiwan Agricultural Research Institute, Wufeng, Taichung, Taiwan; [2.] Department of Plant Pathology, National Chung-hsin University, Taichung, Taiwan; [3.] Department of Plant Pathology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan; [4.] Corresponding author: e-mail pjann@wufeng.tari.gov.tw; Fax: 04-23338162

Peach (*Prunus persica*) fruit, harvested from an orchard located at Shigang, Taichung County, occurred a serious disease in 1999. Light brown water-soaking spots appeared on affected fruit at the early stage. The diseased areas turned brown and soft, and were covered with a thick layer of white mold subsequently under high moist condition. *Phytophthora meadii* and *P. citrophthora* were isolated from diseased fruit. Disease symptoms similar to those appeared in the field and market were reproduced on the fruit 2-3 days after inoculation with zoospore suspension of each *Phytophthora* isolate tested. The same fungi were reisolated from all of the inoculated diseased fruit. Since all harvested fruit were washed with the water collected from a ditch nearby and most disease symptoms appeared within 2-3 days in the market, the severe Phytophthora fruit rot of peach might be a result of zoospore infection during the washing process. *P. citrophthora* was frequently isolated from the fibrous roots and rhizosphere soil of peach plants as well as the dropped citrus fruits, roots and soil in an adjacent ponkan orchard. It was considered possible that the diseased fruit from the field produced large amount of zoospores in the wash water, severing as secondary inoculum to infect other health fruit. Removing diseased fruits combined with adding 10 ppm NaClO into the washing water was highly effective in controlling the Phytophthora brown rot disease. Some characteristics of the two *Phytophthora* species from peach were similar. Both species were able to grow on V-8 agar between 8-32℃ with the optimum growth temperature of 20-28℃. Sporangia of both species had semi-spherical papilla and were deciduous with pedicel length about 9-11 μm in average. Chlamydospores were absent. However, the colony patterns of the two species grown on V-8 agar and PDA were different. Sporangia of *P. meadii* isolates (L/B ratio of 1.5-1.6) were much longer than those of *P. citrophthora* isolates with L/B ratio of 1.3. All of the peach isolates of *P. meadii* belonged to A^2 mating type, which formed self-oospores while paired with A^1 type of *P. parasitica* and vice versa. All *P. citrophthora* isolates were A^1 type, which stimulated A^2 type of *P. parasitica* to form oospores but didn't form self-oospores themselves. Sex organs were not produced when these two species were paired directly. The mycelial soluble protein patterns of isolates of both species analyzed by SDS PAGE electrophoresis were similar but with some difference. This is the first report of peach Phytophthora fruit rot in Taiwan. To our best knowledge, this is also the first report of peach fruit disease caused by *P. meadii* in the world.

Key words: Peach, Phytophthora fruit rot, *Phytophthora meadii*, *P. citrophthora*.